



<p>(51) 国際特許分類6 B23K 35/26, H05K 3/34, H01L 23/50</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO99/30866</p> <p>(43) 国際公開日 1999年6月24日(24.06.99)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP98/05565</p> <p>(22) 国際出願日 1998年12月9日(09.12.98)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平9/346811 1997年12月16日(16.12.97) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 日立製作所(HITACHI, LTD.)(JP/JP) 〒101-8010 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者 ; および</p> <p>(75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 下川英恵(SHIMOKAWA, Hanae)(JP/JP) 曾我太佐男(SOGA, Tasao)(JP/JP) 奥平弘明(OKUDAIRA, Hiroaki)(JP/JP) 石田寿治(ISHIDA, Toshiharu)(JP/JP) 中塚哲也(NAKATSUKA, Tetsuya)(JP/JP) 〒244-0817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社 日立製作所 生産技術研究所内 Kanagawa, (JP)</p>		<p>稲葉吉治(INABA, Yoshiharu)(JP/JP) 西村朝雄(NISHIMURA, Asao)(JP/JP) 〒187-0022 東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株式会社 日立製作所 半導体事業部内 Tokyo, (JP)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 小川勝男(OGAWA, Katsuo) 〒100-8220 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 株式会社 日立製作所内 Tokyo, (JP)</p> <p>(81) 指定国 AL, AU, BA, BB, BG, BR, CA, CN, CU, CZ, EE, GD, GE, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KR, LC, LK, LR, LT, LV, MG, MK, MN, MX, NO, NZ, PL, RO, SG, SI, SK, SL, TR, TT, UA, US, UZ, VN, YU, ARIPO特許 (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>
<p>(54) Title: Pb-FREE SOLDER-CONNECTED STRUCTURE AND ELECTRONIC DEVICE</p> <p>(54) 発明の名称 Pbフリーはんだ接続構造体および電子機器</p> <div data-bbox="436 1400 1255 1610" data-label="Diagram"> </div> <p>(57) Abstract A Pb-free solder-connected structure having a sufficiently large connection strength, featuring an interface that remains stable even after the passage of time, and maintaining sufficient wettability and resistance against whiskers, and an electronic device. Specifically, a Pb-free solder, characterized in that an Sn-Ag-Bi solder which is a representative Pb-free solder is connected to an electrode that has an Sn-Bi layer formed on the surface thereof. Bi concentration in the Sn-Bi layer is preferably 1 to 20 % by weight to obtain a sufficient degree of wettability. When a more reliable joint is required, the Cu layer is formed under the Sn-Bi layer to obtain a connection portion having a sufficiently large interfacial strength.</p>		

(57)要約

十分な接続強度を有し、且つ経時的にも安定な界面が得られ、また十分なぬれ性、耐ウィスカー性等も確保できるようにしたPbフリーはんだ接続構造体および電子機器を提供することにある。

本発明は、Pbフリーはんだとして有力なSn-Ag-Bi系はんだを、表面にSn-Bi系層を施した電極と接続したことを特徴とする。このSn-Bi層中のBi濃度は、十分なぬれ性を得るために1~20重量%であることが望ましい。更に高信頼性の継ぎ手が要求される場合には、Sn-Bi層の下にCu層を施すことによって、十分な界面強度を有する接続部を得る。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SG	シンガポール
AL	アルバニア	FI	フィンランド	LK	スリ・ランカ	SI	スロヴェニア
AM	アルメニア	FR	フランス	LR	リベリア	SK	スロヴァキア
AT	オーストリア	GA	ガボン	LS	レソト	SL	シエラ・レオネ
AU	オーストラリア	GB	英国	LT	リトアニア	SN	セネガル
AZ	アゼルバイジャン	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	TD	チャード
BB	バルバドス	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BE	ベルギー	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BF	ブルキナ・ファソ	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BG	ブルガリア	GW	ギニア・ビサウ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BJ	ベナン	GR	ギリシャ		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
BR	ブラジル	HR	クロアチア	ML	マリ	UA	ウクライナ
BY	ベラルーシ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UG	ウガンダ
CA	カナダ	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	US	米国
CF	中央アフリカ	IE	アイルランド	MW	マラウイ	UZ	ウズベキスタン
CG	コンゴ	IL	イスラエル	MX	メキシコ	VN	ヴェトナム
CH	スイス	IN	インド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラビア
CI	コートジボワール	IS	アイスランド	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CM	カメルーン	IT	イタリア	NO	ノールウェー	ZW	ジンバブエ
CN	中国	JP	日本	NZ	ニュー・ジーランド		
CU	キューバ	KE	ケニア	PL	ポーランド		
CY	キプロス	KG	キルギスタン	PT	ポルトガル		
CZ	チェッコ	KP	北朝鮮	RO	ルーマニア		

明 細 書

P b フリーはんだ接続構造体および電子機器

技術分野

5 本発明は、リードフレーム等の電極に対して毒性の少ないP b フリー
はんだ合金を用いて適するように接続するP b フリーはんだ接続構造体
およびこれを用いた電子機器に関するものである。

背景技術

10 従来、有機基板等の回路基板にL S I等の電子部品を接続して電子回
路基板を製造するには、S n - P b 共晶はんだ、及びこのS n - P b 共
晶はんだ近傍で、融点も類似なS n - P b はんだ、或いは、これらに少
量のB i やA g を添加したはんだ合金が用いられている。これらのはん
だには、P b が約40重量%含まれている。いずれのこれらのはんだ合
金も、融点はほぼ183℃であり、220～240℃でのはんだ付けが
15 可能である。

また、はんだ付けされるQ F P (Quad Flat Package) - L S I等の
電子部品の電極は、F e - N i 系合金である42アロイ表面に90重量
%S n - 10重量%P b (以下S n - 10P b と略す)層をめっき等で
施した電極が一般的に用いられている。これは、はんだぬれ性が良好で
20 あり、且つ保存性が良く、ウィスカーの発生の問題がないためである。

しかし、上記のS n - P b 系はんだ中に含まれているP b は人体に有
毒な重金属であり、P b を含む製品を廃棄することによる地球環境の汚
染、生物への悪影響が問題となっている。この電気製品による地球環境
の汚染は、野ざらしに放置されたP b を含む電気製品から、雨等によっ
てP b が溶出することによって起こる。P b の溶出は、最近の酸性雨に
25

よって加速される傾向にある。従って、環境汚染を低減するためには、大量に使用されている上記の $\text{Sn}-\text{Pb}$ 共晶系はんだの代替として Pb を含まない低毒性の Pb フリーはんだ材料、及び部品電極上で使用されている $\text{Sn}-10\text{Pb}$ 層の代替材料として Pb を含まない部品電極構造
5 が必要である。 Pb フリーはんだ材料としては低毒性、材料供給性、コスト、ぬれ性、機械的性質、接続信頼性等と観点から $\text{Sn}-\text{Ag}-\text{Bi}$ 系はんだが有力候補となっている。また、はんだ付けにおいては、通常、 $220\sim 240^\circ\text{C}$ 付近に加熱し、部品、基板の電極とはんだとの間に化合物を生成させることによって、接続を行っている。従って、形成される界面は、はんだ材料と部品側の電極材料の組み合わせによって異なる
10 ため、安定な接続界面を得るためには、そのはんだに適する電極材料が必要である。

本発明の目的は、リードフレーム等の電極に対して毒性の少ない $\text{Sn}-\text{Ag}-\text{Bi}$ 系の Pb フリーはんだ合金を用いて十分な接続強度を有し、
15 且つ安定な接続界面が得られるようにした Pb フリーはんだ接続構造体を提供することにある。

また、本発明の他の目的は、毒性の少ない $\text{Sn}-\text{Ag}-\text{Bi}$ 系の Pb フリーはんだ合金を用いて、電子部品、基板間の熱膨張係数の差、はんだ付け後の割基板作業、或いはプロービングテスト時の基板の反り、ハンドリング等によってはんだ接続部に発生する応力に耐え得る十分な接続強度を有し、且つ経時的にも安定な界面を得ることができるようにした電子機器を提供することにある。
20

また、本発明の他の目的は、毒性の少ない $\text{Sn}-\text{Ag}-\text{Bi}$ 系の Pb フリーはんだ合金を用いて、十分なぬれ性を確保して十分な接続強度を有し、また耐ウィスカ性なども確保できるようにした Pb フリーはんだ
25 接続構造体および電子機器を提供することにある。

発明の開示

上記目的を達成するために、本発明は、 $\text{Sn}-\text{Ag}-\text{Bi}$ 系の Pb フリーはんだを $\text{Sn}-\text{Bi}$ 系層を介して電極に接続したことを特徴とする Pb フリーはんだ接続構造体である。

5 また、本発明は、前記 Pb フリーはんだ接続構造体における $\text{Sn}-\text{Bi}$ 系層中の Bi 量は、1～20重量%であることを特徴とする。

また、本発明は、前記 Pb フリーはんだ接続構造体において、前記 $\text{Sn}-\text{Bi}$ 系層と前記電極との間に Cu 層を有することを特徴とする。

10 また、本発明は、前記 Pb フリーはんだ接続構造体において、前記電極が Cu 材で形成されていることを特徴とする。

また、本発明は、前記 Pb フリーはんだ接続構造体における電極は、 $\text{Fe}-\text{Ni}$ 系合金または Cu 系のリードであることを特徴とする。

15 また、本発明は、前記 Pb フリーはんだ接続構造体における $\text{Sn}-\text{Ag}-\text{Bi}$ 系の Pb フリーはんだは、 Sn を主成分として、 Bi が5～25重量%、 Ag が1.5～3重量%、 Cu が0～1重量%を含有することを特徴とする。

20 また、本発明は、電子部品に形成された第1の電極と、回路基板に形成された第2の電極とを電氣的に接続する電子機器であって、前記第1の電極に $\text{Sn}-\text{Bi}$ 系層を施し、該 $\text{Sn}-\text{Bi}$ 系層を施した第1の電極と前記第2の電極とを $\text{Sn}-\text{Ag}-\text{Bi}$ 系の Pb フリーはんだで接続したことを特徴とする電子機器である。

また、本発明は、前記電子機器における $\text{Sn}-\text{Bi}$ 系層中の Bi 量は、1～20重量%であることを特徴とする。

25 また、本発明は、前記電子機器において、前記 $\text{Sn}-\text{Bi}$ 系層と第1の電極との間に Cu 層を有することを特徴とする。

また、本発明は、前記電子機器において、前記 $\text{Sn}-\text{Bi}$ 系層の第1の電極側が Cu 材であることを特徴とする。

また、本発明は、前記電子機器における第1の電極は、Fe-Ni系合金またはCu系のリードであることを特徴とする。

また、本発明は、前記電子機器におけるSn-Ag-Bi系のPbフリーはんだは、Snを主成分として、Biが5～25重量%、Agが1.5～3重量%、Cuが0～1重量%を含有することを特徴とする。

また、本発明は、電極に接続されるPbフリーはんだとして、Snを主成分として、Biが5～25重量%、Agが1.5～3重量%、Cuが0～1重量%を含有するSn-Ag-Bi系であることを特徴とするPbフリーはんだ接続構造体である。

以上説明したように、前記構成によれば、リードフレーム等の電極に対して毒性の少ないSn-Ag-Bi系のPbフリーはんだ合金を用いて十分な接続強度を有し、且つ安定な接続界面を得ることができる。

また、前記構成によれば、毒性の少ないSn-Ag-Bi系のPbフリーはんだ合金を用いて、電子部品、基板間の熱膨張係数の差、はんだ付け後の割基板作業、或いはプロービングテスト時の基板の反り、ハンドリング等によってはんだ接続部に発生する応力に耐え得る十分な接続強度を有し、且つ経時的にも安定な界面を得ることができる。

また、前記構成によれば、毒性の少ないSn-Ag-Bi系のPbフリーはんだ合金を用いて、例えば220～240℃での十分なぬれ性を確保して十分なフィレットを形成して十分な接続強度を有し、また耐ウィスカー性等も確保することができる。

図面の簡単な説明

図1は本発明に係るQFP-LSI用のリードの断面構造を示す図である。図2は本発明に係るTSOP用のリードの断面構造を示す図である。図3は接続強度評価試験方法についての概略説明図である。図4は本発明に係る各種メタライズリードのフィレット部強度についての評価

結果を示す図である。図5は本発明に係る各種メタライズリードのぬれ時間についての評価結果を示す図である。図6は本発明に係る各種メタライズリードのぬれ荷重についての評価結果を示す図である。図7は本発明に係るCu層を形成した場合のフィレット部強度についての評価結果を示す図である。図8は本発明に係るCu層を形成した場合のフラット部強度についての評価結果を示す図である。図9は従来のFe-Ni合金(42アロイ)にSn-10Pbめっきを施したリードとの界面の観察結果を示す図で、(a)は断面を示す図、(b)は剥離部を、リード側とはんだ側とについて示す図である。図10は本発明に係るFe-Ni合金(42アロイ)にSn-4Biめっきを施したリードとの界面の観察結果を示す図で、(a)は断面を示す図、(b)は剥離部を、リード側とはんだ側とについて示す図である。図11は本発明に係るFe-Ni合金(42アロイ)にCu層、その上にSn-4Biめっきを施したリードとの界面の観察結果を示す図で、(a)は断面を示す図、(b)は剥離部を、リード側とはんだ側とについて示す図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明に係る実施の形態について説明する。

本発明に係る実施の形態は、半導体装置(LSI)などの電子部品に形成されたQFP形リードやTSOP形リード等で形成された第1の電極と回路基板に形成された第2の電極との間を毒性の少ないPbフリーはんだ材料を用いて接続することによって電子機器を構成するものである。Pbフリーはんだ接続構造体としては、例えば、上記第1の電極、または上記第2の電極に、毒性の少ないPbフリーはんだ材料を用いて接続する構造体がある。

上記毒性の少ないPbフリーはんだ材料としては、Sn-Ag-Bi系はんだを用いる。

ところで、毒性の少ないS n - A g - B i系のP bフリーはんだ合金を用いて、電子部品、回路基板間の熱膨張係数の差、はんだ付け後の割基板作業、或いはプロービングテスト時の基板の反り、ハンドリング等によってはんだ接続部に発生する応力に耐え得る十分な接続強度を有し、
5 且つ経時的にも安定な界面を得ることが必要となる。

また、毒性の少ないS n - A g - B i系のP bフリーはんだ合金を用いて、回路基板や電子部品の耐熱性から適切なはんだ付け温度である220～240℃での十分なぬれ性を確保して十分なフィレット形状を形成して十分な接続強度を有するようにする必要がある。もし、ぬれ性が
10 悪いと十分なフィレット形状が形成されずに十分な接続強度が得られなかったり、強いフラックスが必要となって絶縁信頼性に悪影響を及ぼすことになる。

また、めっき等により作成した電極表面からウイスキーが発生し、成長すると電極間のショートが起きることからして、耐ウイスキー性等も
15 確保することが必要となる。

本発明に係る上記電極構造として、十分な接続強度を得るために、図1および図2に示すように、リードからなる電極1の表面にS n - B i系層2を施すようにした。そして、次に、本発明に係る電極構造の選定について説明する。この選定は、上記要求に基づいて、主に接続強度、
20 ぬれ性、ウイスキー性の評価により行った。

始めにS n - A g - B i系はんだと各種電極材料との接続強度を調べた結果を示す。図3に測定方法の概略を示したが、従来のS n - 10 P b層の代替材料としてP bのない系で可能性があると考えられる材料（S n、S n - B i、S n - Z n、S n - A gめっき）を、F e - N i系合金（42アロイ）で形成された電極であるリード上に施したモデルリード4を作成した。この他に、従来のS n - 10 P bめっきとの組み合わせについても評価を行った。モデルリード4の形状は、幅3mm、長
25

さ38mmであり、はんだ付け部の長さが22mmになるように直角に折り曲げてある。めっき厚みは各組成ともに約 $10\mu\text{m}$ とした。このモデルリード4を82.2重量%Sn-2.8重量%Ag-15重量%B
i（以下Sn-2.8Ag-15Biと略す）のPbフリーはんだ5を
5 用いて、回路基板であるガラスエポキシ基板6上のCuパッド（Cu電極）7にはんだ付けした。

ガラスエポキシ基板6のCuパッド（Cu電極）7の大きさは3.5mm×25mmであり、はんだ5は0.1mm×25mm×3.5mmのはんだ箔で供給した。即ち、ガラスエポキシ基板6上のCuパッド7へ、
10 上記のはんだ箔5を載せ、この上に上記の直角に折り曲げたモデルリード4を載せた。はんだ付けは大気中で、予熱を140℃60秒、最高温度220℃の条件で行った。また、フラックスは、ロジン系で、塩素を含有したフラックスを用いた。はんだ付け後は、有機溶剤で洗浄した。
15 引っ張り試験は、はんだ付け直後と、経時変化による接続部強度劣化を考慮して125℃168時間の高温放置を行ってからと、リードのぬれ性が劣化した場合の界面強度を調べるためにモデルリードを150℃168時間放置してからはんだ付けした場合と3種類行った。引っ張り試験は、基板を固定し、モデルリードの先端をつかんで垂直方向に5mm/分の速度で引っ張った。このときの、最大強度、及び一定となる引張
20 強度を、それぞれフィレット部強度、フラット部強度として各組成のモデルリードについて評価した。この試験は各条件につき10回行い、平均をとった。

各組成のモデルリードのフィレット部強度の評価結果を図4に示す。通常のQFP-LSI等のプラスチックパッケージ部品ではプリント基板の熱膨張係数の差を考慮すると、フィレット部強度は5kgf程度以上必要である。これから、Sn、及び、Biを23重量%含有しているSn-23Bi以外のSn-Bi系層をFe-Ni系合金（42アロイ

）上に施したモデルリードでは、5 k g f 以上のフィレット部強度が得られたが、S n - Z n, S n - A g, S n - P b 層の場合では十分な接続界面が得られないことがわかった。この他にも4 2 アロイ上に約2 μ m のN i めっきを施し、これに、A u めっき、P d めっき、P d めっき
5 の上に更にA u めっきを施した3種類のモデルリードを作成し、同様にはんだ付けし、界面強度を調べたが、図4に示したように十分なフィレット部強度が得られなかった。従って、電極であるリード上にS n - B i 系層を施すことが必要であることがわかった。

上記の引っ張り試験を行った各組成のモデルリードのうち、十分な界面強度が得られたS n - B i 系めっきを施したリードについて、S n -
10 2. 8 A g - 1 5 B i はんだに対するぬれ性をメニスコグラフ法によって検討した。フラックスは、ぬれ性を調べるため、活性の弱いものを用いた。試験片は上記モデルリードを1 c m の長さに切って用いた。ぬれ性の試験条件は、はんだ浴温度が2 2 0 $^{\circ}$ C、浸漬速度は1 m m / 分、浸漬深さは2 m m、浸漬時間は2 0 秒とし、荷重が0 に回復するまでの時間をぬれ時間、浸漬2 0 秒後の荷重をぬれ荷重とした。また、ぬれ性はめっき直後のリードと、1 5 0 $^{\circ}$ C 1 6 8 時間放置したリードについて2
15 種類行った。また、各条件について1 0 回ずつ測定し、平均をとった。

各組成のぬれ時間、ぬれ荷重をそれぞれ図5、6に示した。図5のぬれ時間の結果から、めっき初期のS n - B i 系めっきリードでは、B i 濃度が高い方がぬれ性が良いが、1 5 0 $^{\circ}$ C 1 6 8 時間の高温放置を行った場合には、B i が1 重量%未満、及び2 3 重量%でぬれ性が劣化することがわかった。B i が1 重量%未満の場合は、図6に示したように、ぬれ荷重は確保されていたが、ぬれ時間が劣化していたことから、ぬれ
20 にくくなっているといえる。従って、S n - B i 系層のなかでも、十分なぬれ性を得るためには、B i 量は1 ~ 2 0 重量%であることが望ましいことがわかった。

更に熱膨張係数の差が大きい材料間の接統、温度差が大きい環境で使用される場合等では、界面に発生する応力が大きくなるため、十分な信頼性を確保するためには界面の接統強度は10 kgf 程度以上でなければならない。従って、図4を見てみると、Fe-Ni系合金(42アロイ)に直接Sn-Bi系層を施したのでは、10 kgf 以上のフィレット部強度が得られないことがわかった。これは、界面での化合物層が十分形成されていないためと考えられる。そこで、界面でのはんだとの反応性を高めるために、Fe-Ni系合金(42アロイ)上に平均7 μ m 程度のCuめっき層、この上にSn-Bi系めっき層を施し界面強度の測定を行った。この時のフィレット部強度の結果をCu層がない場合も合わせて図7に示したが、Bi量が23重量%の場合を除けば、10 kgf 以上の接統強度が得られ、下地のCu層の効果が確認できた。また、この電極構造を取ることににより、図7と一緒に示したように、Sn-Pb共晶はんだを42アロイリード上に直接Sn-10Pb層を施したり

15 リードにはんだ付けした従来の場合に得られるはんだ付け直後の界面強度、12.1 kgf と同程度以上の界面強度を得ることができた。また、図8に示したように、Sn-Bi層の下にCu層を施すことによりフラット部強度も向上させることができた。ここで、このCu層は42アロイのリードフレームを用いた場合には、上記のように42アロイ上にCu層を施せばよいが、Cu系リードフレームを用いた場合は、これをこのままCu層としても良いし、また、剛性を向上させるために他の元素を

20 リードフレーム材料中に添加することもあるので、この影響をなくすために、更にCu層を形成してもよい。また、このCu層を施したモデルリードのぬれ性については、図5、6と一緒に示したが、Cu層の影響はほとんど無く、やはりBiが1重量%以下では、高温放置を行った場合にぬれ性が劣化していたが、1~20重量%では、十分なぬれ性を得ることができた。尚、図7、図8の例はSn-2.8Ag-15Biを

25

用いたが、Bi量が少ない系、例えばSn-2Ag-7.5Bi-0.5Cu系でも、下地にCu層を入れることにより、界面強度向上の効果がある。

5 上記のSn-Bi系層、Cu層は、めっきに限らず、ディップ、蒸着、ローラーコート、金属粉末による塗布によって形成することができる。

このように、電極材料により異なる理由を調べるために、接続部の断面研磨を行って、界面の様子を調べた。また、引っ張り試験を行った試料の剥離面をSEMで観察した。この代表的な組み合わせについての結果を説明する。

10 まず、従来使用されているFe-Ni系合金(42アロイ)に直接Sn-10Pbめっきが施されているリードをSn-Ag-Bi系はんだで接合した場合の観察結果を図9に示したが、この組み合わせでは界面にはPbとBiが化合物を作って集まっていて、剥離は42アロイとはんだとの界面で起こっていた。また、剥離したリードの42アロイ表面
15 には、薄くSnが検出され、はんだ中のSnがリードの42アロイと化合物を形成していたと考えられる。従って、上記のPbとBiの化合物が界面に集まることによって、Snと42アロイとの接続面積が小さくなり、接続強度が非常に弱くなったと考えられる。

次に、Sn-10PbめっきをSn-4Biめっきに変えた場合の観察結果を図10に示したが、界面に形成される化合物層は薄く、剥離は同様に42アロイとはんだとの界面で起こっていた。しかし、Biは粒状の結晶のままで、Snと42アロイとの接続面積の低下をSn-10Pbの場合ほど起こさないため、5kgf以上の接続強度を得ることができたと考えられる。この時の化合物層はオージェ分析から、約70nmのSn-Fe層であった。
25

更にSn-4Bi層の下にCu層を施した場合の観察結果を図11に示したが、界面には、厚いCuとSnの化合物層が形成されることがわか

った。剥離は、この化合物層とはんだとの界面、または化合物層中で起こっていた。剥離面は、図10の42アロイリードに直接Sn-Bi層を形成したリードの場合はほとんど平らであったのに比べて、Cu層が存在する場合にはでこぼこしていた。このため、このような剥離面の違いが界面強度の向上につながったと考えられる。尚、以上の検討結果はSn-Ag-Bi系はんだの別の組成でも同様の結果が得られた。

上記の各組成のモデルリードについて、ウィスカの発生を調べたが、Sn-Znめっきを施したモデルリードでは表面にウィスカの発生が見られた。また、Snめっきについては従来からウィスカ性に問題があると言われている。しかし、Sn-Bi系層についてはウィスカの発生は見られず、耐ウィスカ性も問題なかった。

従って、本発明の電極構造であれば、Sn-Ag-Bi系はんだに対して、接続強度、ぬれ性、耐ウィスカ性に優れた接続部を得ることができる。

はんだ材料について、主成分がSnで、Biが5～25重量%、Agが1.5～3重量%、Cuが0～1重量%含有するSn-Ag-Bi系はんだを選んだのは、この範囲内の組成のはんだは、220～240℃ではんだ付けが可能であり、Cuに対して従来実績のあるSn-Ag共晶とはほぼ同等のぬれ性を有し、且つ、高温で十分な信頼性を有しているからである。即ち、Sn-Ag-Bi系はんだではBiが約10重量%以上で138℃付近で熔融する部分（3元共晶）を有し高温での信頼性に影響を及ぼすことが心配されるが、この3元共晶析出量を実用上問題のないレベルに抑え、且つ125℃での高温強度も確保している。従って、この組成のはんだを用いて、上記の電極をはんだ付けすることによって、実用的であり、高信頼な電子機器を得ることができる。

（実施例1）

図1にQFP-LSI用のリードの断面構造を示した。これは、リー

1 2

ドの断面構造のある一部分を示したものであるが、Fe-Ni系合金（42アロイ）の電極であるリード1上にSn-Bi系層2が形成されている。このSn-Bi系層2はめっきによって形成し、厚みは10 μ m程度とした。また、Sn-Biめっき層中のBi濃度は8重量%とした。

5 この電極構造を持つ上記のQFP-LSIをSn-2.8Ag-15Bi-0.5Cuはんだを用いて回路基板であるガラスエポキシ基板にはんだ付けした。はんだ付けは最高温度を220℃として、窒素リフロー炉を用いて行った。これにより、十分な接続強度を有する接続部を得ることができた。また、同様にSn-2Ag-7.5Bi-0.5Cuはんだを用いてガラスエポキシ基板に240℃で大気中でリフローした。

10 リフローした継手は特に高温での信頼性が高い。

（実施例2）

図2にTSOP用のリードの断面構造を示した。これも、リードの断面構造のある一部分を示したものであるが、Fe-Ni系合金（42アロイ）の電極であるリード1上にCu層3、その上にSn-Bi系層2が形成されている。このCu層3、Sn-Bi系層2はめっきによって形成した。Cu層3の厚みは8 μ m程度であり、Sn-Bi系めっき層2の厚みは10 μ m程度とした。また、Sn-Biめっき層中のBi量は5重量%である。TSOPはリードの剛性が大きいため、実稼働時の部品自身の発熱、また、高温で使用される場合、界面に発生する応力がQFP-LSIと比較して大きくなる。このような場合には、この界面応力に耐えられるように十分な界面強度を有する界面を形成させる必要があり、Sn-Bi系層2の下にCu層3が効果的である。

15

20

このTSOPをプリント基板にSn-Ag-Bi系はんだを用いてペーパーリフロー炉ではんだ付けし、温度サイクル試験を行った。試験条件は-55℃30分、125℃30分の1時間/1サイクル、及び、0℃30分、90℃30分の1時間/1サイクルの2条件であり、500サ

25

イクル、1000サイクル後に断面観察を行ってクラックの発生状況を調べた。これを、42アロイリード上に直接Sn-10Pb層が形成されているリードを有する同じ大きさのTSOPをSn-Pb共晶はんだではんだ付けした場合と比較したが、-55℃/125℃の温度サイクルではクラックの発生が早かったが、0℃/90℃の温度サイクルでは、特に問題とはならず、実用上十分な接統界面が得られた。

(実施例3)

本発明の電極構成は基板上の電極にも適用することができる。例えば、基板のはんだ付け性を向上させるためにはんだコートが効果的であるが、従来はSn-Pbはんだ、特にSn-Pb共晶はんだ等のPbを含んだはんだを使用している。このため、コート用はんだのPbフリー化として、本発明のSn-Bi層を用いることができる。また、通常、基板の電極はCuで形成されているため、Sn-Ag-Bi系はんだを使用した場合に十分な接統強度を得ることができる。この構成を適用した例を示すが、回路基板であるガラスエポキシ基板上のCuパッド(Cu電極)に約5μm程度のSn-8Bi層をローラーコートで作成した。このはんだ層を形成したために基板に対するぬれ性が向上し、且つ、接統強度も向上させることができた。

20 産業上の利用可能性

本発明によれば、Pbフリー材料として優れるSn-Ag-Bi系はんだに適する電極構造を実現することができる効果を奏する。

また、本発明によれば、リードフレーム等の電極に対して毒性の少ないSn-Ag-Bi系のPbフリーはんだ合金を用いて十分な接統強度を有し、且つ安定な接統界面を得ることができるPbフリーはんだ接統構造体を実現することができる効果を奏する。

また、本発明によれば、毒性の少ないSn-Ag-Bi系のPbフリ

- 5 ーはんだ合金を用いて、電子部品、基板間の熱膨張係数の差、はんだ付け後の割基板作業、或いはプロービングテスト時の基板の反り、ハンドリング等によってはんだ接続部に発生する応力に耐え得る十分な接続強度を有し、且つ経時的にも安定な界面を得ることができるPbフリーはんだ接続構造体を備えた電子機器を実現することができる効果を奏する。

また、本発明によれば、毒性の少ないSn-Ag-Bi系のPbフリーはんだ合金を用いて、例えば220～240℃での十分なぬれ性を確保して十分なフィレットを形成して十分な接続強度を有し、また耐ウィスカー性等も確保することができる。

- 10 また、本発明によれば、電子部品をSn-Ag-Bi系はんだではんだ付けすることにより、十分な接続強度を有する界面が得られ、且つ、実用上十分なぬれ性も確保することができる。またウィスカー性についても問題無い。従って、環境にやさしいPbフリーの電気製品を従来と同じ設備、プロセスを使用して実現することができる効果を奏する。

請求の範囲

1. $\text{Sn}-\text{Ag}-\text{Bi}$ 系の Pb フリーはんだを $\text{Sn}-\text{Bi}$ 系層を介して電極に接続したことを特徴とする Pb フリーはんだ接続構造体。
- 5 2. 請求項1記載の $\text{Sn}-\text{Bi}$ 系層中の Bi 量は、1～20重量%であることを特徴とする Pb フリーはんだ接続構造体。
3. 請求項1または2記載の Pb フリーはんだ接続構造体において、前記 $\text{Sn}-\text{Bi}$ 系層と前記電極との間に Cu 層を有することを特徴とする Pb フリーはんだ接続構造体。
- 10 4. 請求項1または2記載の Pb フリーはんだ接続構造体において、前記電極が Cu 材で形成されていることを特徴とする Pb フリーはんだ接続構造体。
5. 請求項1または2または3記載の電極は、 $\text{Fe}-\text{Ni}$ 系合金または Cu 系のリードであることを特徴とする Pb フリーはんだ接続構造体。
- 15 6. 請求項1または2または3または4または5記載の $\text{Sn}-\text{Ag}-\text{Bi}$ 系の Pb フリーはんだは、 Sn を主成分として、 Bi が5～25重量%、 Ag が1.5～3重量%、 Cu が0～1重量%を含有することを特徴とする Pb フリーはんだ接続構造体。
7. 電子部品に形成された第1の電極と、回路基板に形成された第2の電極とを電氣的に接続する電子機器であって、
20 前記第1の電極に $\text{Sn}-\text{Bi}$ 系層を施し、該 $\text{Sn}-\text{Bi}$ 系層が施された第1の電極と前記第2の電極とを $\text{Sn}-\text{Ag}-\text{Bi}$ 系の Pb フリーはんだで接続したことを特徴とする電子機器。
8. 請求項7記載の $\text{Sn}-\text{Bi}$ 系層中の Bi 量は、1～20重量%であることを特徴とする電子機器。
- 25 9. 請求項7または8記載の電子機器において、前記 $\text{Sn}-\text{Bi}$ 系層と第1の電極との間に Cu 層を有することを特徴とする電子機器。
10. 請求項7または8記載の電子機器において、前記 $\text{Sn}-\text{Bi}$ 系層

の第1の電極側がCu材であることを特徴とする電子機器。

11. 請求項7または8または9記載の第1の電極は、Fe-Ni系合金またはCu系のリードであることを特徴とする電子機器。

5 12. 請求項7または8または9または10または11記載のSn-Ag-Bi系のPbフリーはんだは、Snを主成分として、Biが5～25重量%、Agが1.5～3重量%、Cuが0～1重量%を含有することを特徴とする電子機器。

10 13. 電極に接続されるPbフリーはんだとして、Snを主成分として、Biが5～25重量%、Agが1.5～3重量%、Cuが0～1重量%を含有するSn-Ag-Bi系であることを特徴とするPbフリーはんだ接続構造体。

1 / 10

図 1

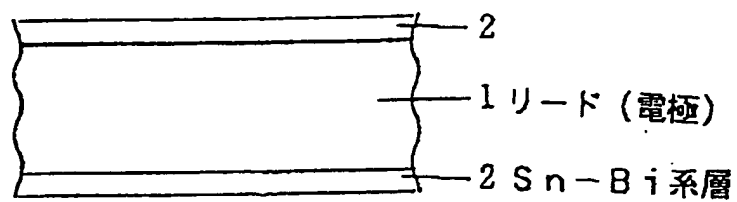
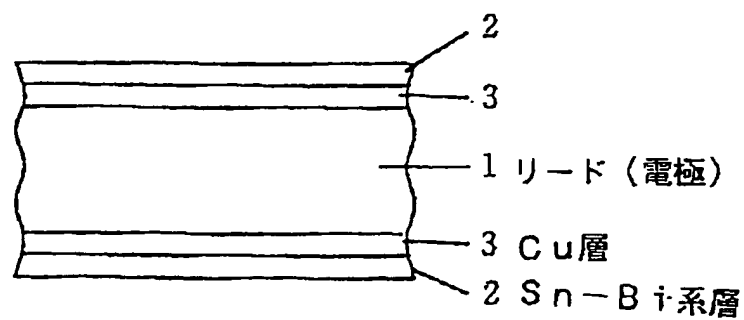
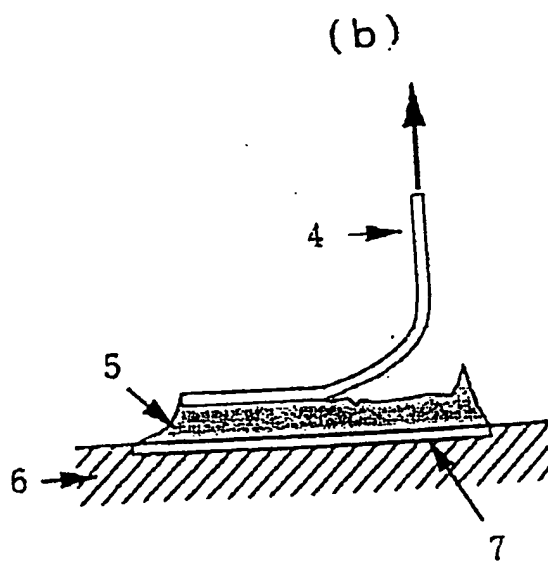
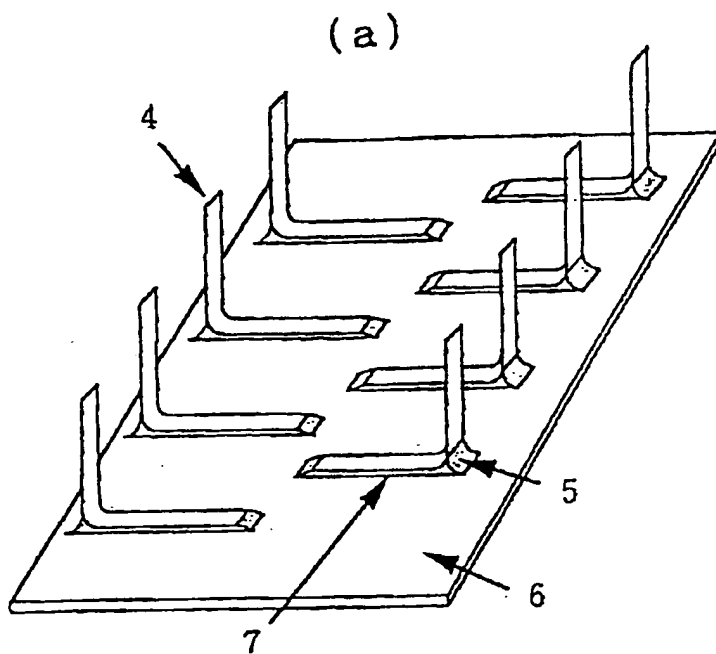


図 2



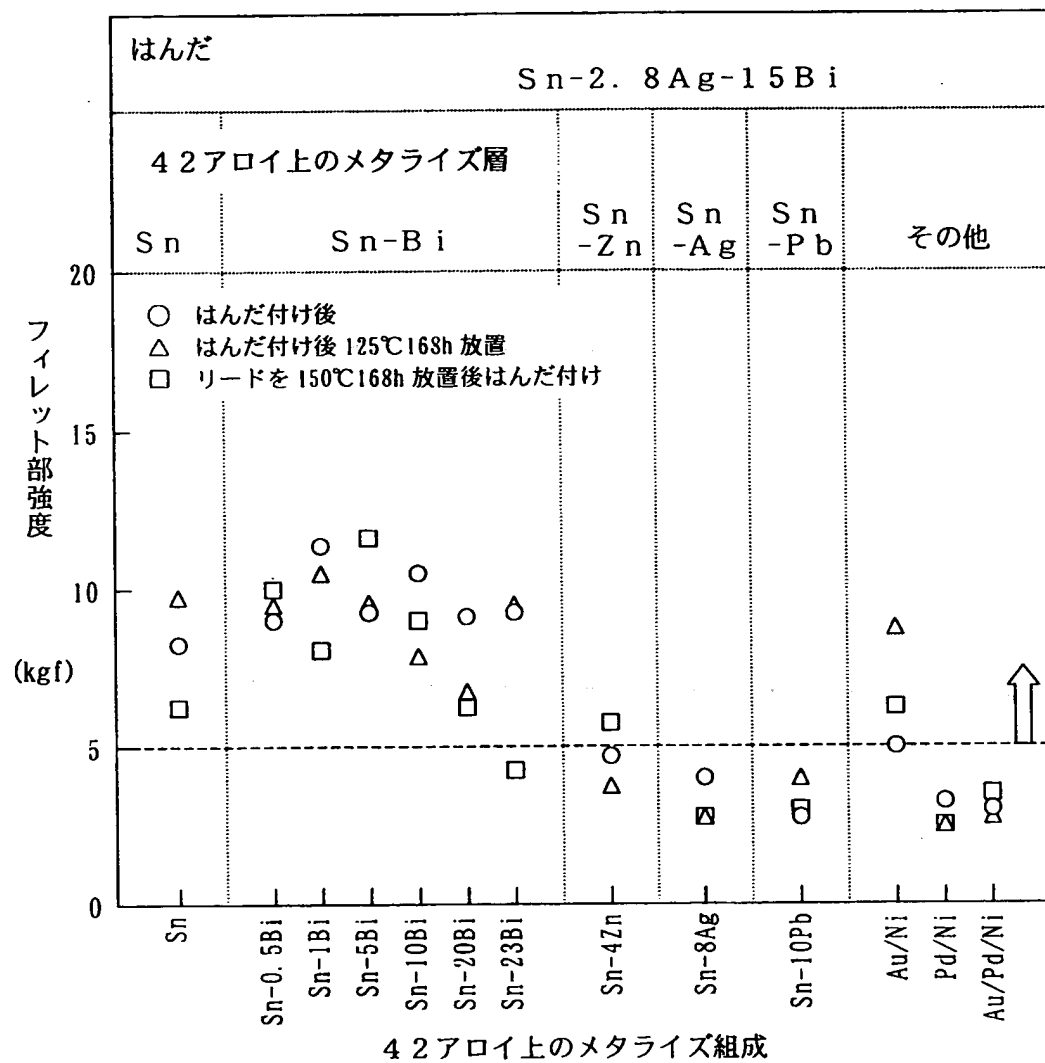
2 / 1 0

図 3



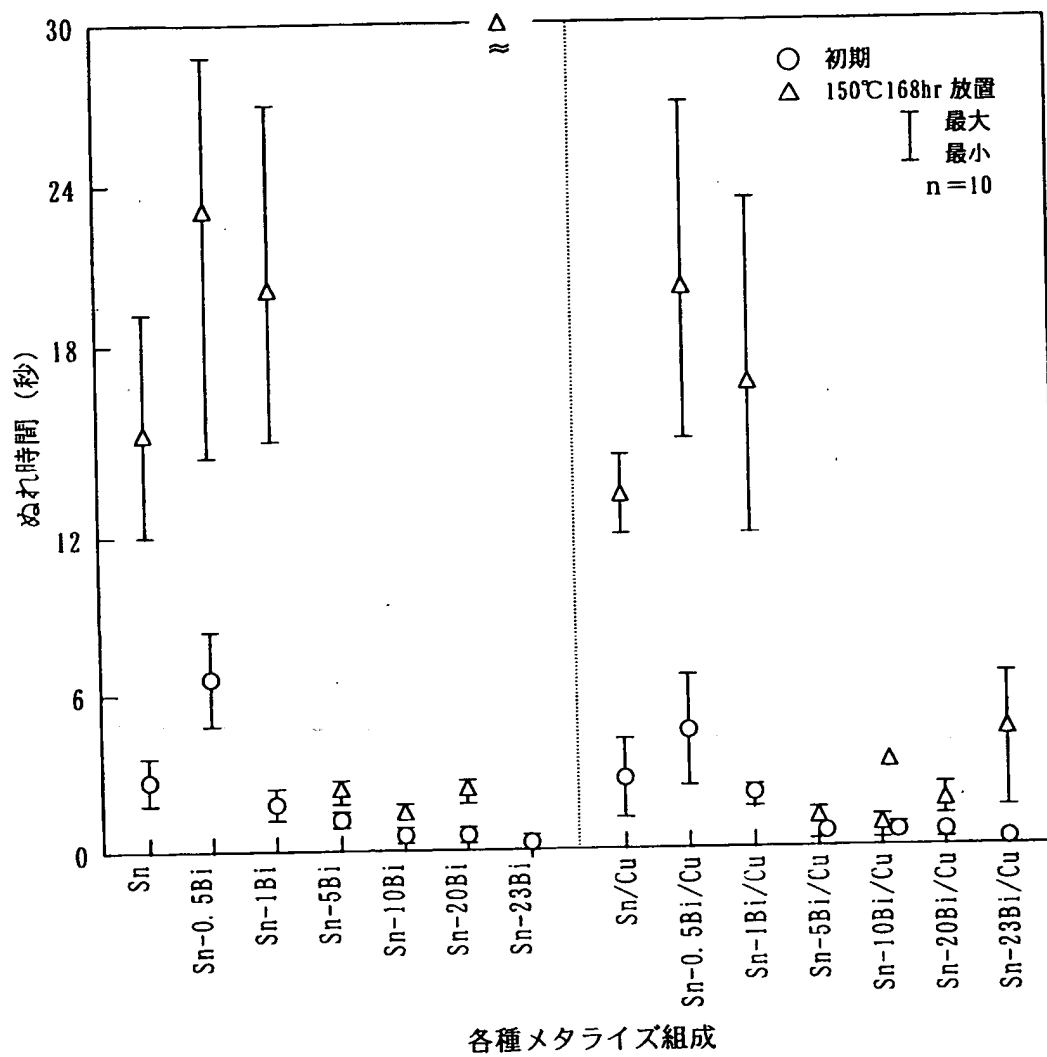
3/10

図4



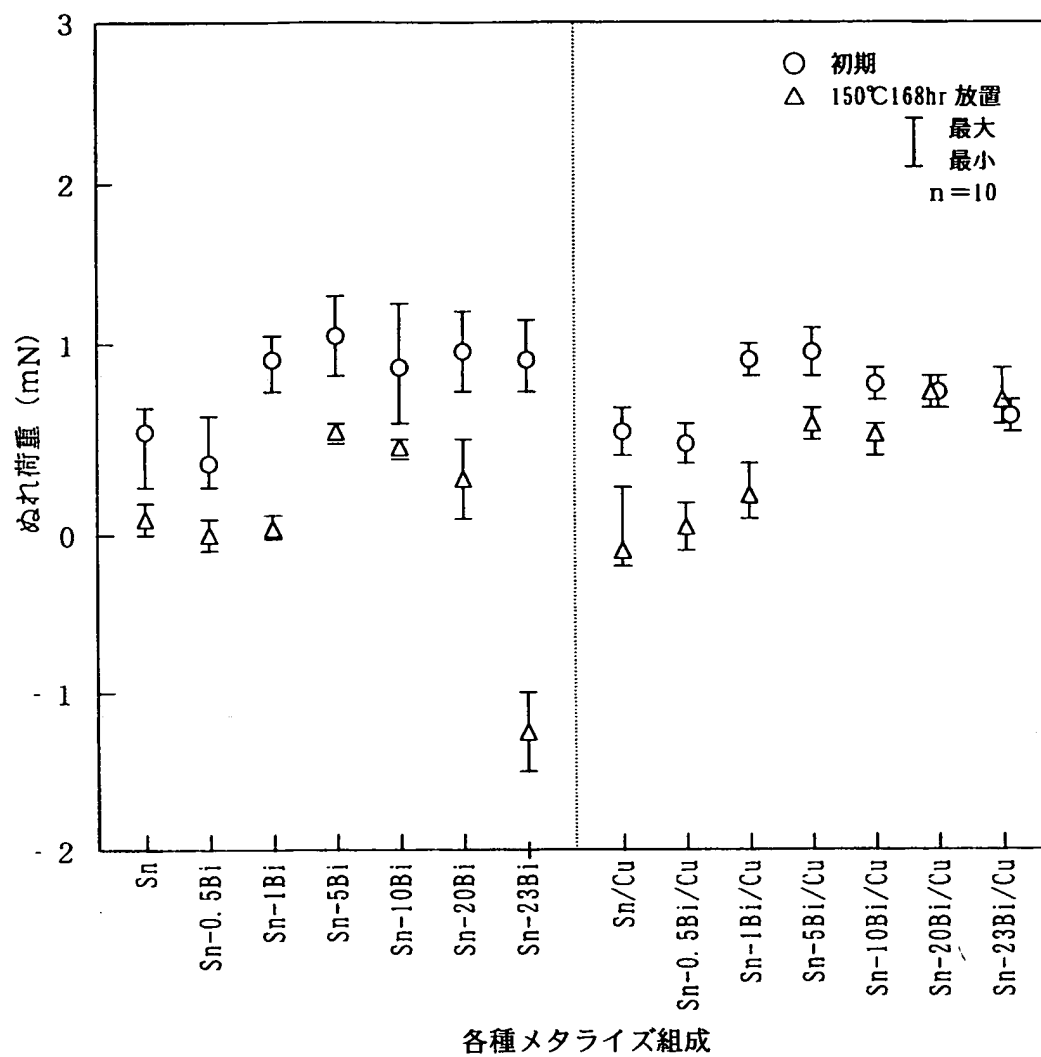
4 / 10

図 5



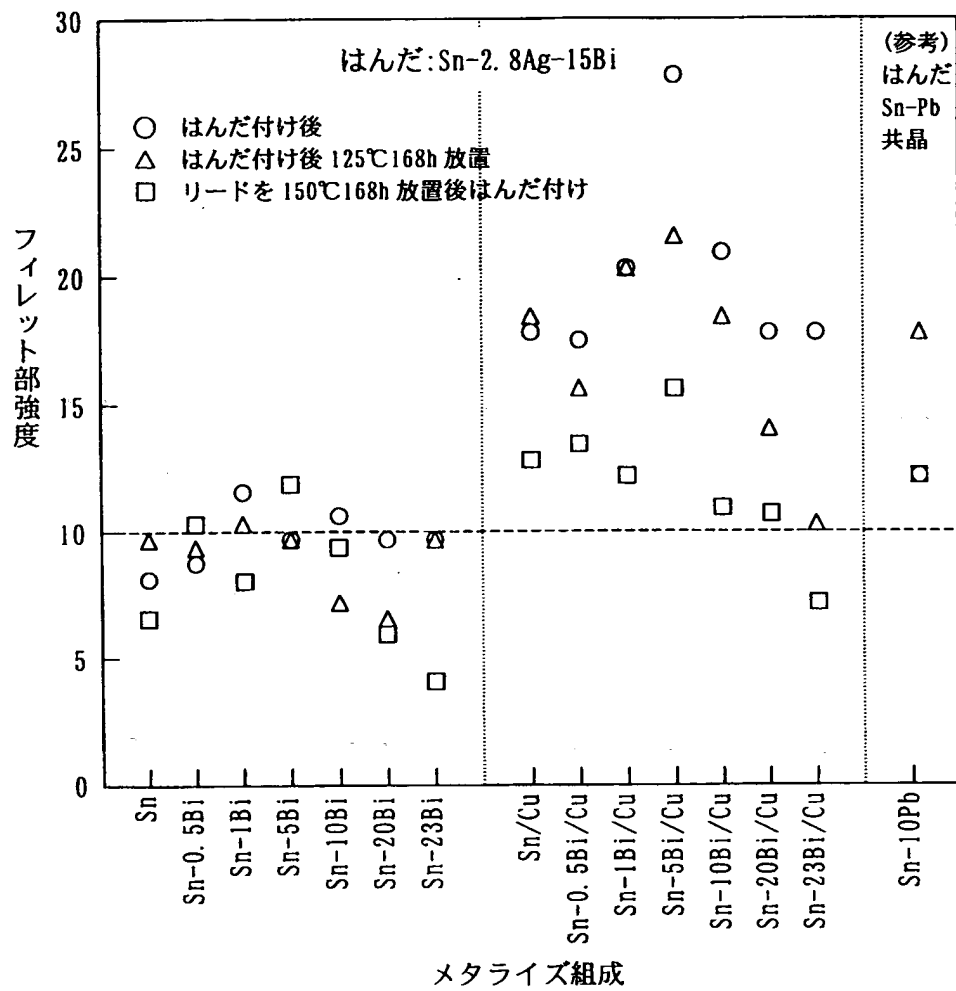
5 / 10

図6



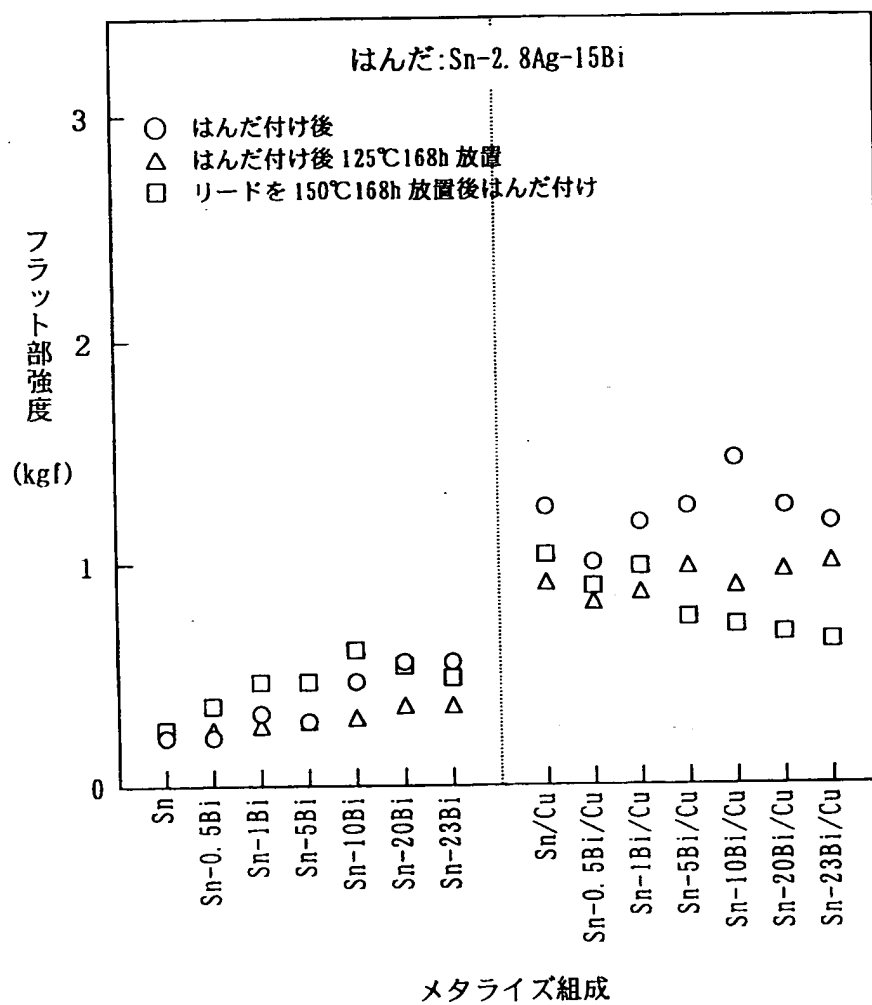
6 / 10

図 7



7 / 10

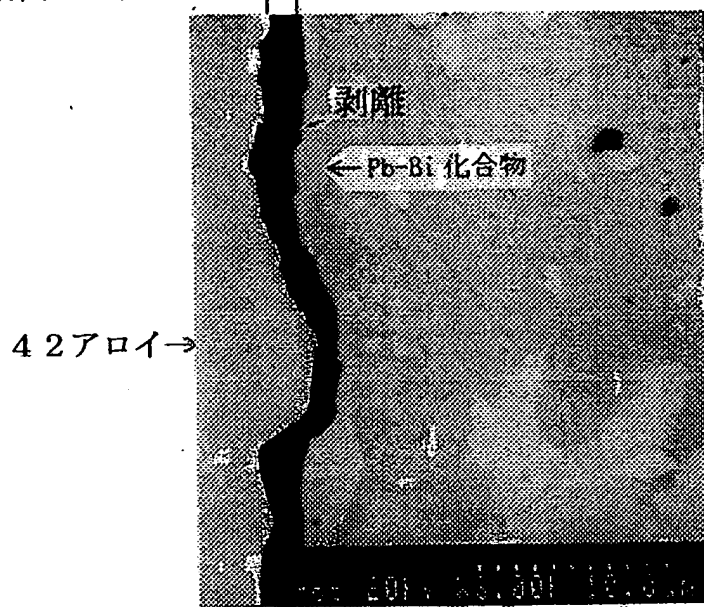
図 8



8/10

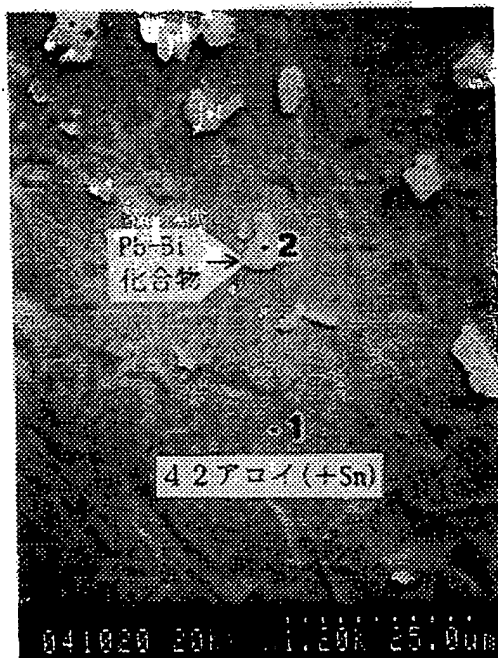
図9

(a) 断面 リード ← → はんだ

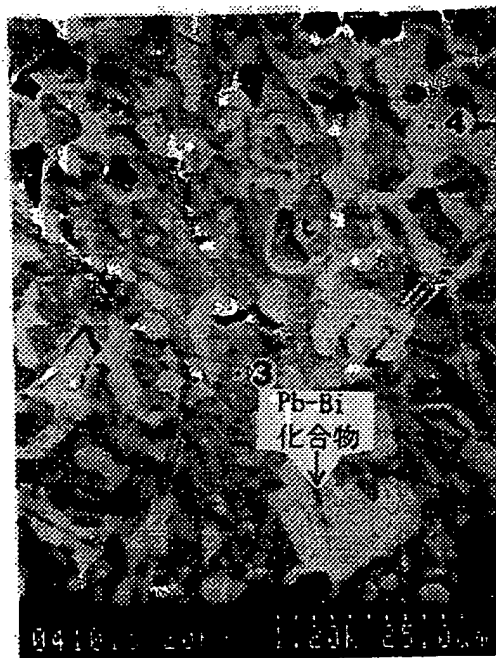


(b) 剥離部

リード側



はんだ側

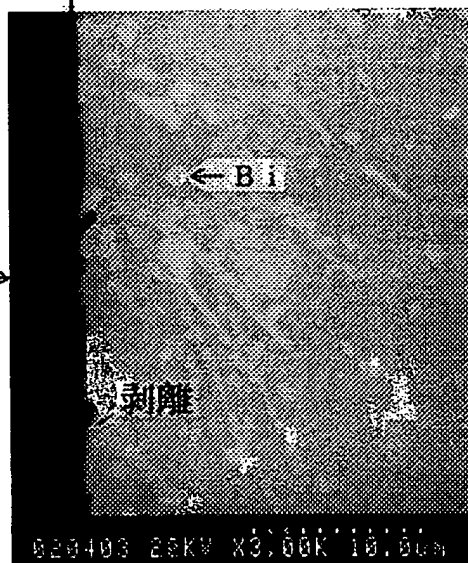


9/10

図10

(a) 断面 リード ← → はんだ

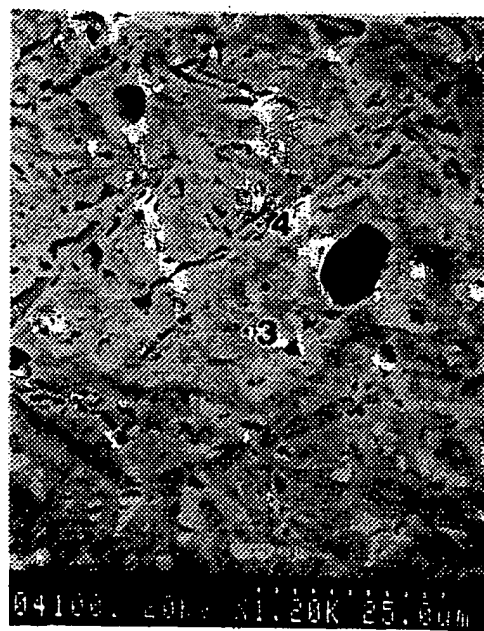
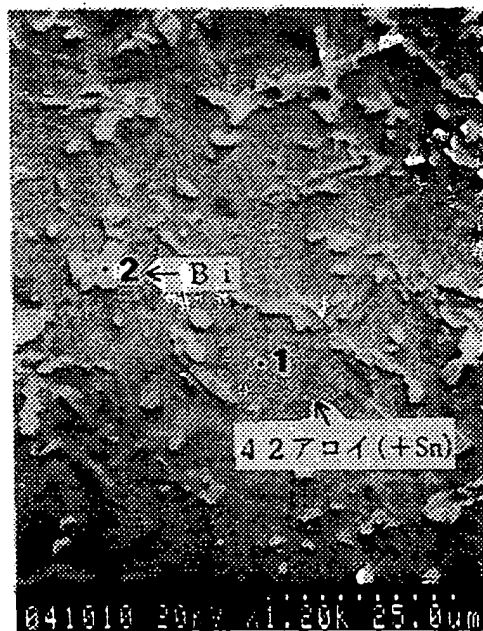
42アロイ →



(b) 剥離部

リード側

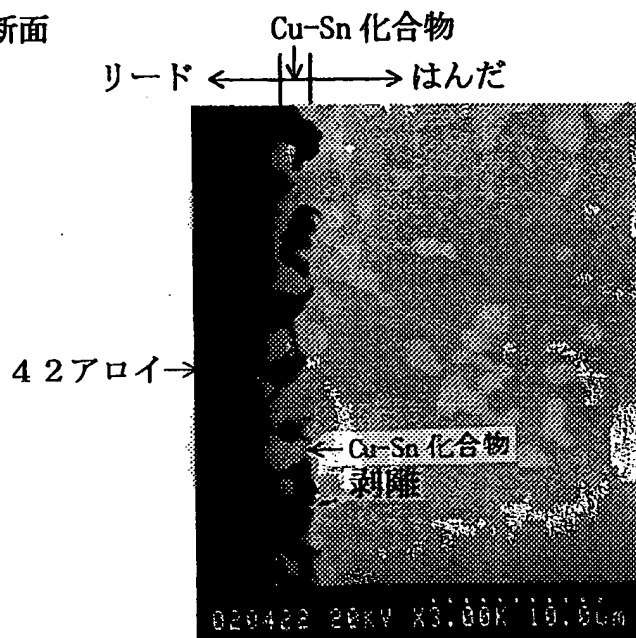
はんだ側



10/10

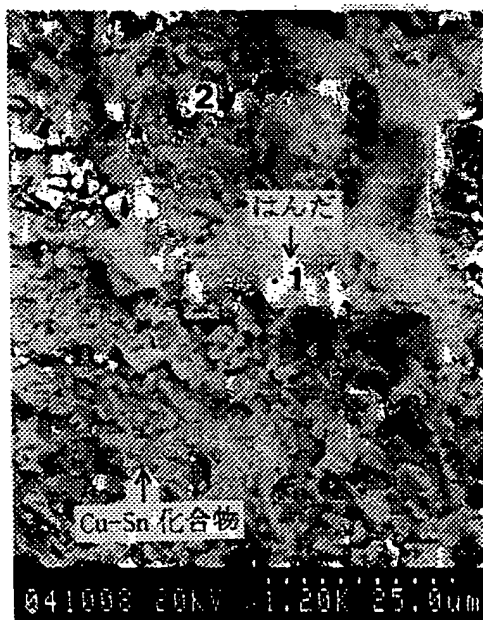
図11

(a) 断面

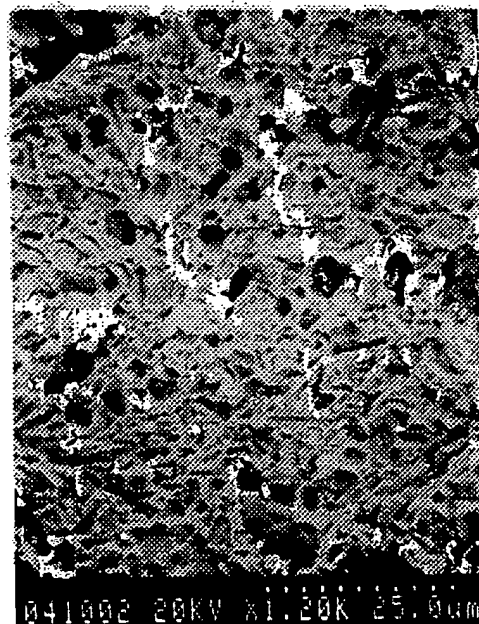


(b) 剥離部

リード側



はんだ側



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/05565

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁶ B23K35/26, H05K3/34, H01L23/50

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁶ B23K35/26, H05K3/34, H01L23/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-1999
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-1999	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 5-13638, A (NEC Kyushu Co., Ltd.), 22 January, 1993 (22. 01. 93), Fig. 2 ; Par. No. [0002] (Family: none)	2, 3, 8, 9
Y		1, 4-7, 10-13
A	JP, 8-132277, A (Ishikawa Kinzoku K.K.), 28 May, 1996 (28. 05. 96), Claims ; Par. No. [0014] (Family: none)	2, 3, 8, 9
Y		1, 4-7, 10-13
E, A	JP, 10-41621, A (Fujitsu Ltd.), 13 February, 1998 (13. 02. 98), Claims ; Par. No. [0014] (Family: none)	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
26 February, 1999 (26. 02. 99)

Date of mailing of the international search report
9 March, 1999 (09. 03. 99)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 98/05565

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁸ B 23 K 35/26, H 05 K 3/34, H 01 L 23/50

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁸ B 23 K 35/26, H 05 K 3/34, H 01 L 23/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-1999年
 日本国登録実用新案公報 1994-1999年
 日本国実用新案登録公報 1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P, 5-13638, A (九州日本電気株式会社)	2, 3, 8, 9
Y	22. 1月. 1993 (22. 01. 93) 図2, 段落【0002】 (ファミリーなし)	1, 4-7, 10-13
A	J P, 8-132277, A (石川金属株式会社)	2, 3, 8, 9
Y	28. 5月. 1996 (28. 05. 96) 特許請求の範囲欄, 段落【0014】 (ファミリーなし)	1, 4-7, 10-13

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26. 02. 99

国際調査報告の発送日

09.03.99

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号 100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

大畑 通隆

印

4 E

9443

電話番号 03-3581-1101 内線 3427

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
E, A	J P, 10-41621, A (富士通株式会社) 13. 2月. 1998 (13. 02. 98) 特許請求の範囲欄, 段落【0014】 (ファミリーなし)	1-13